

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-82828
(P2000-82828A)

(43) 公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 31/02		H 0 1 L 31/02	B 5 F 0 8 8
	31/0232		C 5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	W
	10/02		

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-267337

(22) 出願日 平成10年9月4日(1998.9.4)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 花井 邦江

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
式会社日立製作所情報通信事業部内

(74) 代理人 100090583

弁理士 田中 清

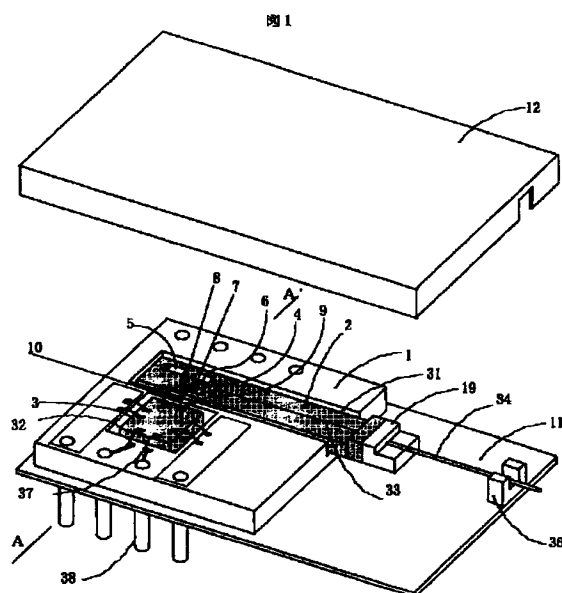
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光受信器及び光伝送モジュール

(57) 【要約】

【課題】 受信感度の向上に好適な光受信器及び光伝送モジュールを提供する。

【解決手段】 セラミック基板1のくぼみ31にはPLCシリコン基板2が搭載され、くぼみ32にはブリアンプICチップ3が搭載され固定される。このくぼみ31、32の深さは、PLCシリコン基板2の高さとブリアンプICチップ3の高さがほぼ同じとなるように調整する。これによりPLCシリコン基板2とブリアンプICチップ3との間に段差がなくなり、PD4出力とブリアンプ入力間を接続するボンディングワイヤ10の長さを短くできる。また、段差がないので、各部の樹脂封止が均等に行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つのくぼみを有する基板と、前記基板のくぼみの一つに配置された受光素子搭載部材と、前記基板の別のくぼみに配置されており前記受光素子搭載部材に搭載された受光素子の電極にボンディングワイヤで接続された増幅素子とを備えたことを特徴とする光受信器。

【請求項2】 前記受光素子、増幅素子及びボンディングワイヤが同一樹脂で覆われたことを特徴とする請求項1記載の光受信器。

【請求項3】 複数のくぼみを有する基板と、前記基板の一つのくぼみに配置された受光素子搭載部材と、前記受光素子搭載部材の高さとほぼ同じ高さとなるように前記基板の他のくぼみに配置された増幅素子とを備えたことを特徴とする光受信器。

【請求項4】 前記基板の高さを、前記受光素子搭載部材及び増幅素子の高さとほぼ同じとしたことを特徴とする請求項3記載の光受信器。

【請求項5】 前記基板の高さよりも、前記受光素子搭載部材及び増幅素子の高さを低くしたことを特徴とする請求項3記載の光受信器。

【請求項6】 基板上のくぼみに配置された光学素子搭載部材と、前記基板上の他のくぼみに配置された集積回路素子と、前記光学素子搭載部材に搭載された光学素子の電極と集積回路素子の電極間を接続するボンディングワイヤとを備えたことを特徴とする光伝送モジュール。

【請求項7】 前記光学素子、集積回路素子及びボンディングワイヤが樹脂封止されたことを特徴とする請求項6記載の光伝送モジュール。

【請求項8】 前記光学素子搭載部材の配置されたくぼみと集積回路素子の配置されたくぼみが前記基板の表裏に位置することを特徴とする請求項6記載の光伝送モジュール。

【請求項9】 前記光学素子の電極が、前記光学素子搭載部材上に形成されたことを特徴とする請求項6乃至8のいずれかに記載の光伝送モジュール。

【請求項10】 基板に複数個のくぼみを形成し、前記一つのくぼみに光学素子搭載部材を配置し、前記他のくぼみに集積回路素子を配置し、前記光学素子搭載部材に搭載された光学素子の電極と前記集積回路素子の電極をボンディングワイヤで接続し、前記光学素子と集積回路素子とボンディングワイヤを樹脂で埋め込むことを特徴とする光伝送部品の実装方法。

【請求項11】 前記光学素子の電極を前記光学素子搭載部材上に配置し、前記集積回路素子上に配置された電極を始点とし前記光学素子搭載部材上に配置された電極が終点となるようにワイヤボンディングすることを特徴とする請求項10記載の光伝送部品の実装方法。

【請求項12】 前記光学素子搭載部材が配置されるくぼみを横切って設けられたスリットの位置で光ファイバ

を前記光学素子搭載部材に形成された光導波路に接続することを特徴とする請求項10記載の光伝送部品の実装方法。

【請求項13】 前記光ファイバを前記基板に形成された溝に保持することを特徴とする請求項12記載の光伝送部品の実装方法。

【請求項14】 受光素子搭載部材に搭載された受光素子の電極と増幅素子の電極とをボンディングワイヤで接続したのち樹脂封止して構成した光受信器に光を入力し、光のレベルを変化させたときの増幅素子の出力電圧レベルの変化の傾きにより受光素子の受光感度を求めることを特徴とする試験方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システムに用いられる光受信器及び光伝送モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】加入者系の光伝送モジュールでは、特に波長合分波機能あるいは双方向時分割伝送機能を必要としており、例えばPLCモジュール(Planar Lightwave Circuit Module)が用いられる。この種のPLCモジュールは、光導波路、光学フィルタ、受光素子(フォトダイオード(PD))、発光素子(レーザダイオード(LD))、モニタPD(MPD)などの光学素子をシリコン基板に搭載し、これと光ファイバブロックをセラミック基板に配置し、これらを樹脂で封止して作製される。

【0003】従来のPLCモジュールを用いた光受信器は、ブリアンプを含む後段電気回路を搭載した光受信器基板に、PLCモジュールをはんだ付けして搭載する構造である。PDとブリアンプとの接続は、PD搭載のPLCモジュールの端子をブリアンプ集積回路(IC)パッケージ端子に接続することにより行う。

【0004】従来の構造では、PLCモジュール内の光学回路と後段電気回路とが別体となっているため、PLCモジュール単体での特性評価が容易である。また、PLCモジュールの組立と電気回路部分の組立を同時に進行することが可能であるため、光受信器の製作時間が短縮できるという利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の構造では、光受信器の受信感度の点からは十分とはいえない。従来、PD出力はPLCモジュールの端子を介してブリアンプ集積回路パッケージ端子に接続されている。このため、各部品の端子がアンテナの役割をし、雑音が入りやすい。また、端子や配線間につく容量によって、ブリアンプ入力容量が増加する。

【0006】配線容量の抑制に関しては、例えば特開平5-198828号公報に、受光素子とその次段となる

増幅素子とを一つのチップキャリアに実装し、受光素子の出力と増幅素子の入力とを金属製ワイヤで直接接続する技術が開示されている。しかしこの構造は、PLCモジュールにはそのまま適用することはできない。PLCモジュールにおいては、受光素子などの光学素子が、増幅素子とは別に、寸法の大きいシリコン基板に予め搭載されているからである。

【0007】本発明はこのPLCモジュール特有の構造に着目してなされたものであって、その目的は、受信感度の向上に好適な光受信器及び光伝送モジュールを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、少なくとも2つのくぼみを有する基板と、前記基板のくぼみの一つに配置された受光素子搭載部材と、前記基板の別のくぼみに配置されており受光素子搭載部材に搭載された受光素子の電極にボンディングワイヤで接続された増幅素子とを備えた光受信器により、達成される。ここで、増幅素子としてはブリアンプ集積回路チップが用いられる。

【0009】基板のくぼみは、受光素子搭載部材の高さと増幅素子の高さを調整する役目を持ち、両者を基板に配置したときに生ずる段差を解消する。段差の解消により、ボンディングワイヤの長さを短くできる。これにより寄生容量が減少し、受信感度が向上する。更に、受光素子、増幅素子及びボンディングワイヤを同一の樹脂で覆うことにより、ボンディングワイヤの確実な保護と錆等の不具合を防止することができる。

【0010】また、基板に形成したくぼみを調整して、受光素子搭載部材の高さと増幅素子の高さをほぼ同じ高さとなるようにすることにより、ボンディングワイヤの長さを最短とすることができる。このとき、基板の高さも受光素子搭載部材及び増幅素子の高さとほぼ同じとすることにより、樹脂封止の際に樹脂が均等に広がって都合がよい。粘性の低い樹脂材を使用する場合には、基板の高さよりも受光素子搭載部材及び増幅素子の高さを低くすることにより、樹脂材の流出を防ぐことができる。

【0011】受光素子の受光感度は、このように構成した光受信器に光を入力し、光のレベルを変化させたときの増幅素子の出力電圧レベルの変化の傾きより求めることができる。

【0012】本発明に係る光伝送モジュールは、基板上のくぼみに配置された光学素子搭載部材と、基板上の他のくぼみに配置された集積回路素子と、光学素子搭載部材に搭載された光学素子の電極と集積回路素子の電極間を接続するボンディングワイヤとを備える。ここで、くぼみは基板の表裏に形成し、各くぼみにそれぞれ光学素子搭載部材と集積回路素子を配置することができる。基板の裏面に配置された集積回路素子をブリアンプと後段電気回路を含むものとする。光伝送モジュールを小型化することができる。

【0013】また本発明に係る光伝送部品の実装方法は、基板に複数のくぼみを形成し、一つのくぼみに光学素子搭載部材を配置し、他のくぼみに集積回路素子を配置し、光学素子搭載部材に搭載された光学素子の電極と集積回路素子の電極をボンディングワイヤで接続し、光学素子と集積回路素子とボンディングワイヤを樹脂で埋め込むことにより行う。光ファイバを組み込むときは、光学素子搭載部材が配置されるくぼみを横切って設けられたスリットの位置で光ファイバを光学素子搭載部材に形成された光導波路に接続する。このとき光ファイバは基板に形成された溝に保持しておくといよい。

【0014】このようにして本発明では、増幅素子入力容量を低減し、受信感度の向上に好適な光受信器及び光伝送モジュールを得ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る光伝送モジュールの一実施例を示す図である。同図は特に光受信器フロントエンドの構成を詳細に示している。図のように、セラミック基板1には、くぼみ31、32が形成されており、くぼみ31には光学素子搭載部材としてのPLCシリコン基板2が配置され、くぼみ32にはブリアンプICチップ3が配置されている。PLCシリコン基板には、受光素子(PD)4、モニタ用受光素子(MPD)5、レーザダイオード(LD)6などの光学素子が実装されている。PD4及びLD6にはそれぞれ光導波路33の端部が配置される。光導波路33の他の端部は、光ファイバ34と光学的に接続される。光ファイバ34は、その一端が光導波路33と対向して配置されたファイバブロック19に固定され、保持部材36を介して外部に伸びている。

【0016】PDアノード電極7はPD4上の電極であり、PDカソード電極8はPLCシリコン基板2上に設けた電極である。PDアノード電極7(PD出力)とブリアンプICチップ電極9(ブリアンプ入力)は、ボンディングワイヤ10により直接接続される。また、別のブリアンプICチップ電極9とセラミック基板1に形成された電極37も、別のボンディングワイヤ10により接続される。電極37はモジュール端子38に接続されている。MPD5およびLD6の接続関係は図示しないが、同様にセラミック基板1に形成された電極を介してボンディングワイヤによりモジュール端子に接続される。

【0017】ワイヤボンディング後、少なくとも光学素子とICチップとボンディングワイヤは樹脂(シリコン)で覆って封止する。樹脂封止については後でまた述べる。樹脂封止後、セラミック基板1を載せた下ケース11に上ケース12を被せてフロントエンドモジュールとする。

【0018】図2は、本発明に係る光伝送モジュールの他の実施例の部分図である。本実施例は、図1の実施例

とはワイヤボンディングの方法が違っている。図1ではPD4上の電極7とICチップ電極9をボンディングワイヤ10で直接接続していたのに対し、図2では、PLCシリコン基板2上に設けた電極8(PD出力)とICチップ電極9(プリアンプ入力)をボンディングワイヤ10で直接接続している。

【0019】図2の実施例の利点は次のとおりである。例えば、熱圧着方式でワイヤボンディングを行う場合、始点よりも終点の方に大きな圧力がかかるため、素子上電極間のワイヤボンディングでは、終点で素子が破壊されるおそれがある。一方、基板上の電極は素子上の電極よりも耐圧力性が高い。そこで図2の実施例では、プリアンプICチップ3上の電極9を始点とし、PLCシリコン基板2上の電極8を終点としてワイヤボンディングすることにより、素子破壊の可能性を低減している。プリアンプ入力容量は、PLCシリコン基板上の電極8につく容量分だけ図1の実施例よりも増加する。しかしワイヤボンディング用電極は非常に小さいので、容量増加分も非常に小さい。

【0020】図1の構造から図2の構造への変更は容易である。例えば図1では、PD4を電源電圧基準で動作させPD4上のアノード電極7をPD出力としている。これを変更してPD4をアース基準で動作させると、PLCシリコン基板上のカソード電極8がPD出力となり、図2の構造となる。

【0021】図3(a)、(b)は、それぞれ図1のAA'断面を示す図である。図のように、PLCセラミック基板1は凹穴もしくはスリット状のくぼみ31、32を有する。くぼみ31にはPLCシリコン基板2が搭載され、くぼみ32にはプリアンプICチップ3が搭載され、それぞれ接着剤13で固定される。このくぼみ31、32の深さを調節することにより、PLCシリコン基板2の高さとプリアンプICチップ3の高さを調整することができる。

【0022】同図(a)では、PLCシリコン基板2の高さと、プリアンプICチップ3の高さ、及びセラミック基板1の高さをほぼ同じにしている。これにより各部の段差がなくなり、PD4出力とプリアンプ入力間を接続するボンディングワイヤ10の長さを最短にでき、かつ樹脂(シリコーン)14による封止の際、樹脂が均等に広がる。この場合、樹脂材は表面張力により周辺部に流れ出さない。従って、周辺に溝などの流れ出し防止のための構造は不要である。同図(b)では、くぼみ31、32を深くしている。これは粘性の低い樹脂材を使用する場合の例で、PLCシリコン基板2とプリアンプICチップ3の高さをセラミック基板1の両端の高さより低くすることで、樹脂材の流出を防止する。

【0023】また、このようなくぼみ31、32を形成したことにより、特に印が無くても基板やチップの搭載位置の確定ができる。更に、PLCシリコン基板2の搭

載位置とプリアンプICチップ3の搭載位置の間にセラミック基板1の壁があることにより、接着剤13(銀エポキシなど)が搭載位置よりはみ出さない。

【0024】図4は、フロントエンドモジュールと後段電気回路の接続を示す図で、(a)は表面図、(b)は裏面図である。本例では、図1のフロントエンドをケースに入れフロントエンドモジュール15とし、これを後段電気回路16を搭載した光受信器基板17にはんだづけ接続する。光受信器基板17は複数層で構成され、この層中に設けられた配線によりフロントエンドモジュール15と後段電気回路16が電気的に接続される。

【0025】図5は、本発明に係る光伝送モジュールの他の実施例を示す図で、(a)は表面図、(b)は裏面図である。図のように本実施例では、PLCセラミック基板1の裏面に後段電気回路16を搭載し、フロントエンドと後段電気回路を一体化している。またPLCセラミック基板1の表面には、PLCシリコン基板2の配置されたくぼみ31を横切ってファイバ調芯用スリット18が設けられている。このスリット18の位置で光ファイバ34をPLCシリコン基板2に形成された光導波路33に接続する。このスリット18を設けることにより、PLCシリコン基板2とファイバブロック19を接合する際、適切な調芯位置を上面からだけでなく側面からも確認できる。またスリットの深さ分だけ、調節可能範囲が拡大する。

【0026】図6は、本発明の他の実施例を示すものである。同図(a)は表面図を、(b)は裏面図を、

(c)はBB'断面図をそれぞれ示す。図のように本実施例では、PLCセラミック基板1の裏面に、プリアンプを含む後段電気回路を収容した集積回路(IC)20を搭載している。IC20は、PLCシリコン基板2の配置位置の真下にベアチップ実装される。これにより光伝送用光受信器の寸法を小さくすることができる。PD4とIC20の接続は、PD電極とPLCセラミック基板1上の電極間のボンディングワイヤと、この電極に接続されたPLCセラミック基板1上の配線22及びビア23と、ビア23とIC20の電極間のボンディングワイヤとにより行われる。その後、セラミック基板1の裏面はキャップ21により密閉される。セラミック基板1の表面の各部品は、図示しない樹脂で封止される。また、裏面の各部品も樹脂で封止してもよい。

【0027】次にPD受光感度の試験方法の一実施例について述べる。従来の試験方法は、光伝送用光受信器に一定のDC光を入光し、PDに流れる電流を測定するものである。しかし、図1のようにPD電極、プリアンプICチップ電極間を直接ボンディングワイヤで接続し、樹脂封止した場合は、PDに流れる電流の測定が困難である。そこで新しい試験方法では、光伝送用光受信器に一定のDC光を入光し、プリアンプ出力電圧を測定することにより、PD受光感度を求める。

【0028】図7は、光伝送用光受信器に入光するDC光パワー対ブリアンプ出力レベル特性の一例を示すグラフを示すものである。同図に特性式の一例を併せて示す。記号 P_{in} はDC光パワー（単位dBm）、記号 V_{preout} （単位V）はブリアンプ出力電圧レベル、記号 V_L （単位V）はDC光無入力時の V_{preout} 、記号 V_x （単位V）はDC光入力パワーが x の時の V_{preout} 、記号 α （単位A/W）はPD受光感度、 R_f はブリアンプICの帰還抵抗である。 P_{in} 対 V_{preout} が線形領域では、一次関数の傾き $\alpha \times R_f$ はフロントエンドの総合利得であり、 V_L と V_x を測定することにより求められる。特にPD受光感度 α を求める必要がある場合は、予めブリアンプICチップの R_f を測定することで α を算出できる。

【0029】本発明の実施例によれば、基板のくぼみに配置したPD電極とブリアンプIC電極を直接ボンディングワイヤで接続することで、ブリアンプ入力容量を大幅に低減でき、且つ雑音による影響を低減できるため、光伝送用光受信器の受信感度が向上する。例えば、PDジャンクション容量を含めた全体の容量低減率は約76%である。また、配線容量だけの低減率をみても約85%に達する。この低減率は、従来の技術による容量と本発明による容量の差分を従来の技術による容量で割った値を百分率で表わしたものである。本発明による主な容量低減場所は、PLC、ICのパッケージ容量、PLC内の配線容量、ガラエボ基板上の配線容量、PLC端子間容量などである。

【0030】また、PD、IC、ボンディングワイヤと一緒に樹脂封止することで、製作工数を増加せず、かつ別々に封止するよりも光伝送用光受信器の寸法を小さく

【0031】

*

*【発明の効果】本発明によれば、受信感度の向上に好適な光受信器及び光伝送モジュールを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光伝送モジュールの一実施例を示す図である。

【図2】本発明に係る光伝送モジュールの他の実施例を示す部分図である。

【図3】（a）、（b）は、それぞれ図1のAA'断面を示す図である。

【図4】フロントエンドモジュールと後段電気回路の接続を示す図で、（a）は表面図、（b）は裏面図である。

【図5】本発明に係る光伝送モジュールの他の実施例を示す図で、（a）は表面図、（b）は裏面図である。

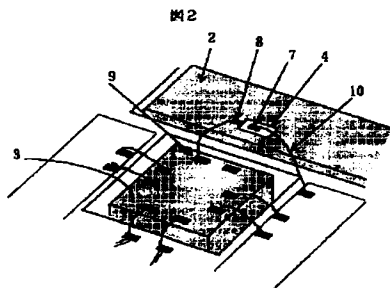
【図6】本発明の他の実施例を示す図で、（a）は表面図、（b）は裏面図、（c）は断面図を示す。

【図7】光受信器に入光するDC光パワー対ブリアンプ出力レベル特性の一例を示すグラフである。

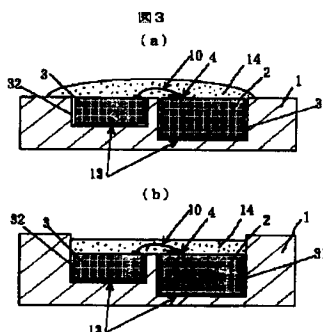
【符号の説明】

- 1 PLCセラミック基板
- 2 PLCシリコン基板
- 3 ブリアンプICチップ
- 4 受光素子（PD）
- 5 モニタ受光素子（MPD）
- 6 レーザダイオード（LD）
- 7 PD電極アノード
- 8 PD電極カソード
- 9 ブリアンプICチップ電極
- 10 ボンディングワイヤ
- 11 下ケース
- 12 上ケース

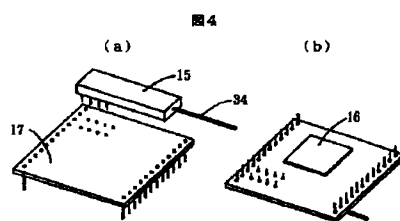
【図2】



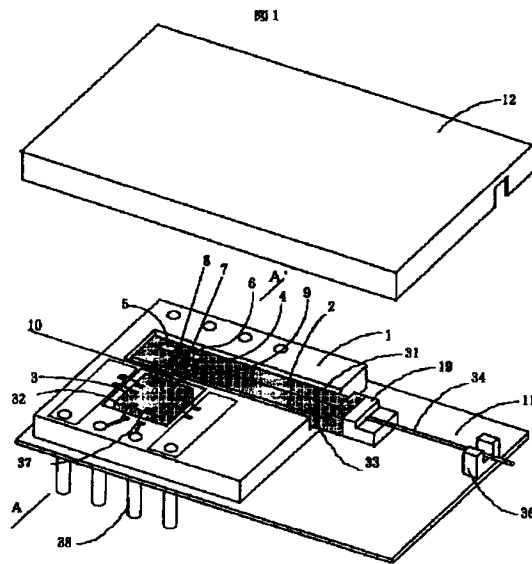
【図3】



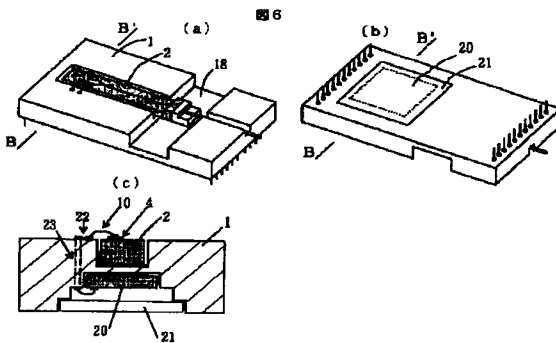
【図4】



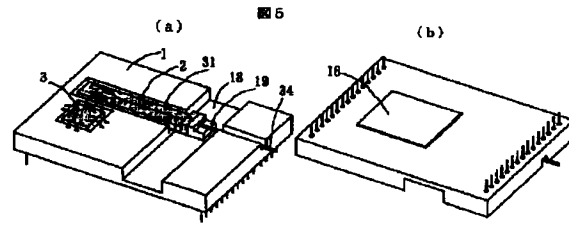
【図1】



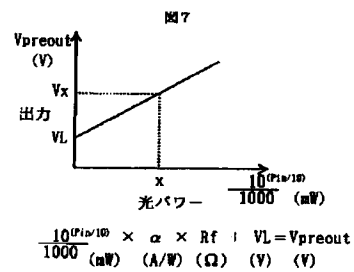
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 黒岩 勉
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
式会社日立製作所情報通信事業部内

(72)発明者 石原 昇
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 岡安 雅信
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5F088 AA01 BA01 BB01 EA09 GA02
GA03 JA03 JA06 JA10 JA14
KA02
5K002 AA03 AA07 BA07 BA13 BA31
EA05 FA01